

Fizika.

Hangsorok és hangzatok.

Két munkáltató óra a VII. oszt. fizikából.

I. *Előszó.* A múlt évben a Magyar Középiskola hasábjain megjelent méltató ismertetésem azzal az óhajtással fejeztem be, vajha a Cselekvés Iskolája a középiskolai tanárok körében is otthonossá lenne legalább addig, amíg a középiskola is megindítja a gyakorlati didaktikának hasonló irányú lapját. Örömmel láttam azóta egyes középiskolai kartársaimnak a Cselekvés Iskolájába való tevékeny bekapcsolódását. Ehhez kívánok közleményemmel magam is hozzájárulni. Azt hiszem, a felsőbb tagozatból merített kézenfekvő tanulságai könnyen vonatkoztathatók az alsóbb fokozatra is és így próbálkozásom nem lesz hiábavaló.

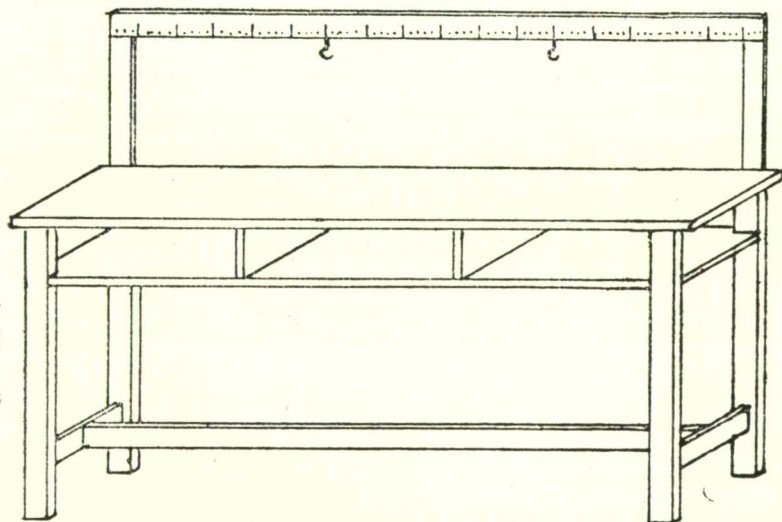
Az alábbiakban a szekszárdi áll. reálgimnázium VII. osztályában f. é. április elején két órában folytatólagosan tartott „bemutató-tanítást” fogom ismertetni.*

Ezen a f. iskolai évben sorrendben 15-ik bemutató órán, amelyen fizikáról, mégpedig a hangtanról volt szó, résztvettek mindazok a kartársaim, akiknek éppen nem volt órájuk, szám szerint 7-en. Köztük voltak szaktársaim és a rokonszakúak valamennyien. A tanári szoba táblájára függesztett „meghívómban” szokásszerűen közöltem az óra tárgyát, óratervem vázlatát, röviden jelezve az előzményeket és célkitűzésemet. A tanítást megelőző rövid megbeszélésen rámutattam azokra a didaktikai problémákra, amelyeket tanításommal kapcsolatban kihangsúlyozni, illetőleg vita tárgyává tenni kívánnék: a munkáltató óra előkészítésének célszerű módját, a tanulók fegyelmezettségének, vagy szabadabb mozgásának, önállóságuk, vagy tervszerű vezetésük mértékének kérdéseit. A tanítást követő megbeszéléseken ezeket a kérdéseket beható megbeszélés tárgyává tettük, amelynek végeztével az az egyhangú vélemény alakult ki, hogy a célok és eszközök pontos körvonalazásában, a felhasználható lehetőségek felismerésében, általában a munkáltató-tanítás módszeres menetének kialakulásában a tanítással kapcsolatban felötlött kérdések megvitatása után határozott lépéssel jutottunk előbbre.

Hangsúlyozni kívánom, hogy fizikai szertárunk felszerelése legnagyobb részében elavult és mindössze három év óta ügyelünk arra, hogy minden felhasználható összeget a munkáltatáshoz szükséges felszerelés beszerzésére fordítsunk. Így az

* Az intézetünkben szokásos „bemutató órák” rendszeres ismertetése helyett hivatkozom néhány közleményünkre: 1932—33. és 1933—34. évi Értesítőnkre, Orsz. Középisk. Tanáregyes. Közlöny 1933. május, stb.

alábbi példa annak igazolására is alkalmas, hogy a munkáltatásnak a mai gazdasági kényszerhelyzet sem lehet akadálya. Az alábbiakban említett felszerelés fillérékért szerezhető be és ezek, valamint igen sok értékes és tanulságos egyéb egyszerű tanuló-kísérletek, munkaasztalok hiányában még régi rendszerű padokban is végrehajthatók. Nem lesz azonban érdektelen, ha említés történik új munkaasztalainkról, amelyeket igen jutányos, egyszerű kivitelben készítettünk. A 180×50 cm méretű asztallapokat tulsó szélükön 90 cm magasra állítható 170 cm hosszú kerettel láttuk el. Ez a keret sokféle alkalmazhatóságánál fogva igen jól bevált. Magasra állítva felfüggesztésekre szolgál, alacsonyan monochord, optikai pad, sőt még Wheetstone-híd alapja is lehet. Ebből a célból felső lapjára 20 fillérért kapható, a szabóknál használatos mérőszallagot ragasztottunk. Egy-egy munkaasztalnál 3 fiú ül. Közülük az ablak felőli fiút 1-esnek, a középsőt 2-esnek, az ajtó felőlit 3-asnak szólítom. Az osztály létszáma: 32.

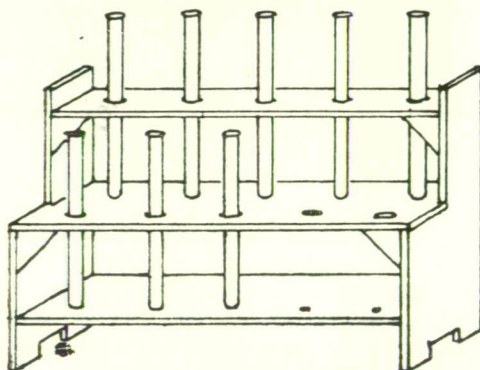


II. Előzmények. A bemutatásra került órákat közvetlenül megelőző órán kezdtük meg a hangtan tárgyalását, amelyen fellelevenítettük mindazt, amit a hang keletkezéséről és a hangforrások rezgő mozgásáról a fiúk már tudtak. Az előadáson történt a szirénák bemutatása. A Cagniard de la Tour-féle szirénával megkíséreltük a kamarahang és oktávja magasságának meghatározását. Így megbeszéltük a relatív hangmagasság fogalmát is.

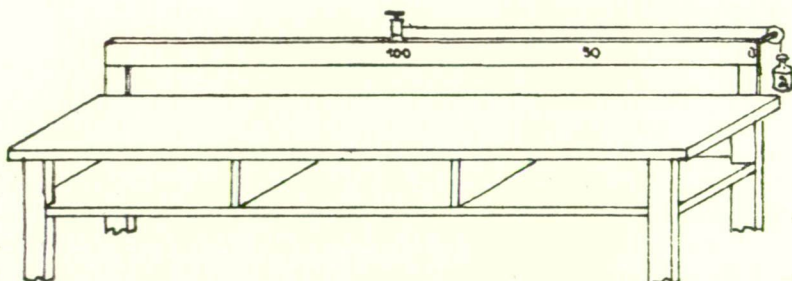
III. A kísérletek előkészítése. A hangsort kémiai próbacsöveken (a kulccsal való füttyüléshez hasonlóan), majd később az asztalra kifeszített húron kívántuk előállítani. A természetrajzi

szertár munkáltató-felszereléséből kölcsönkértünk 10 db. próbacsőállványt egyenkint 8—8 db. próbacsővel. Minden munkaasztalra jutott tehát egy-egy 8 próbacsőből álló készlet. A rezgő levegőoszlopocskák méreteinek változtatása céljából egy-egy pohár vizet is készítettünk az asztalokra.

A fentebb vázolt munkaasztalok kereteit félmagasságra állítottuk s mindegyikre 110 cm. hosszú acélhúrt feszítettünk ki. Ebből a célból a mérőszalagok 100-ik beosztásánál villamosvezetékeknél használatos szorítócsavarokat rögzítettünk a keretekre. Az acélhúrokat a keretek sarkába csavart csigákon át 2 kg-os kampós súlyok feszítették. A húrok hangja egyofrmán „g” volt. Az alátámasztással való rövidítésre faékeket helyeztünk minden munkaasztalra. A felszerelést 1—1 db. kréta egészítette ki. (a szorítócsavarokba rögzíthetjük esetleg a Matzkó-tól ajánlott pengethető kötőtűket is. L. Kísérleteztető fizikatanítás 158. old.)



Próbacső-orgonasípok.



A munkaasztal keretére feszített húr.

A csavaros csigák a vaskereskedésben darabonként 50 fillérért kaphatók. Az acélhúrokat is vaskereskedésben vásároltuk citerahúrokként. (Kb. 4 méteres orsónként 16 fillérért.)

A tanári előadásztalon monochord, hangvillák, a múlt órán használt szirénák. Az asztal mellé készítettük a harmóniumot.

(A keretre feszített húrok napokig helyükön maradtak. Ké-

sőbb a húrok rezgéseinek törvényeit tanulmányozva, a csomópontokkal előállítottuk a harm. felső hangokat, majd pedig egyes rezgéseit elhallgattatva, analizáltuk a hangot. Közben a III. osztály növendékei is foglalkoztak velük, minthogy éppen ők is a hangtannál tartottak.)

IV. Az egymásután lefolyt két óra vázlata.

1. Bevezetés. a) *A múlt órai anyag rövid számonkérése.* (A hang mint élettani és mint fizikai jelenség. A hang abszolút és relatív magassága.)

b) *Áthajlás.* (A probléma megindítása.) A különböző magasságú hangok kellemes, vagy kellemetlen mivoltának alanyi (szubjektív) elbírálása két szempontból történhetik a dallam (hangsor) és az összhangzás (akkord, harmónia) szempontjából.

c) *Célkitűzés.* (A probléma felvetése.) A hangsorok és a hangzatok tárgyi összefüggéseinek felderítése.

2. *Első részegység: a hangsorok.* a) A hangforrás méretének és a hang magasságának hozzávetőleges megfigyelése. (Qualitatív kísérlet.) b) kemény hangsor éneklése. A hangok elnevezése. A kemény hangsor összeállítása 8 próbacsövön. c) Pontosabb számszerű összefüggés kutatása. (Quantitatív kísérlet). A keményhangsor összeállítása kifeszített húron. d) Az adatok táblázatba foglalása. e) Diatonikus dur- és molskála, kromatikus, temperált, pentatonikus és harmonikus skála.

3. *Második részegység: összhangzás.* a) Az összhangzás elbírálása próbacsöveken előállított hangokon. b) A harmonium billentyűzetének tanulmányozása. c) Hármashangzat. A disszonáns akkordok feloldása. d) Pillantás a zenefejlődés történetére. (primitív népek, egyházi zene, Bach, Mozart, Beethoven, Wagner, modern zene.)

4. *Begyakorlás.* A problémák összefoglalása. A fogalmak elmélyítése. A megoldás begyakorlása. A hangjegyek felhasználásával utalás a zeneileg képzettek további ismereteire. Házi feladat a 240 rezgésszámú alaphangra épített hangsor magasságainak kiszámítása. (240, 270, 300 stb.).

V. *A tanítás menete.* Az eddig elmondottak után indokolt-nak látom, hogy a rövidség kedvéért csak a Vázlat 2. pontjában jelzett részegység részletes menetét ismertessem. Az önként következő feleletek közlését mellőzöm.

a) Tehát mi a neve annak a hangnak, amelynek az alaphanghoz viszonyított relatív magassága 2? Az egyesek (az ablakfelöliek) vegyék kezükbe az első próbacsövet és fújjanak bele úgy, mint a lyukas kulcsba szokás. A kettesek öntsenek a második próbacsőbe kevés vizet. Milyen a hangja? A hármások töltsenek vizet a 3-ik csőbe addig, míg az első cső hangjának oktáváját kapják. Milyen összefüggést találunk a levegőoszlop hossza és a hang magassága között? (Minél rövidebb a levegőoszlop, annál magasabb a hang.) Mennyire becsüljük az oktávhangú légoszlop méretét? (Felényire. Reciprok érték.)

b) Miért nevezem oktávának? Énekeljük el az ismert nyolc hangot. Nevezzük meg őket c-től kezdődőleg. Helyesebb: ut, re, mi stb. Himnusz Szt. Jánoshoz: Ut queant, laxis resonare stb. Prim, szekund, terc stb. Állítsátok elő a 8 próbacsővel a kemény hangsort, az ú. n. diatonikus duruskálát. Meg tudjuk-e határozni a légoszlopok pontos hosszát? (Csak hozzávetőleg.)

c) A számszerű összefüggések könnyebb megállapítása végett térjünk át a kifeszített húrra. Az egyes kezeli a rövidítő faéket, a kettes pengeti a húrt (gyengén pengetni!), a hármas végzi a krétajelzéseket. Alaphang, oktáva, második oktáva. A húr hossza és a relatív hangmagasság közti összefüggést most már pontosan megállapíthatjuk. (Quantitatív kísérlet.) Énekeljük el ismét a kemény hangsort. Állítsuk elő a kifeszített húron. (Hosszas keresgélés. Magam a rajztanár eljárásához hasonlóan asztaltól asztalhoz lépek s főként a nem-énekeseket támogatom.) A mérőszalag hányadik cm. beosztásánál találtad a secundot? (Az adatok 87–89-ig változnak, a többség 88-nál találta. A tercet 80-nál, stb.)

d) Foglaljuk táblázatba az eredményt:

Sor-szám	El-nevezés	A húr talált hosszsúsága	Hányadrésze az alaphang hurhosszának	Relatív magasság	Szomszédos Intervallumok	Hangköz	
1	prim (ut)	100*	1	1	$\frac{9}{8}$	nagy egész (1)	*Egyes számításoknál 99-nek vehető
2	szekund (re)	88	$\frac{88}{99} = \frac{8}{9}$	$\frac{9}{8}$	$40 = \frac{10}{36} = \frac{10}{9}$	kis egész (1)	
3	terc (mi)	80	$\frac{80}{100} = \frac{4}{5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{16}{15}$	fél $\frac{1}{2}$	
4	quart (fa)	75	$\frac{75}{100} = \frac{3}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{9}{8}$... 1	
5	quint sol	66	$\frac{66}{99} = \frac{2}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{10}{9}$... 1	
6	sext (la)	60	$\frac{60}{100} = \frac{3}{5}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{45}{40} = \frac{9}{8}$... 1	
7	septim (si)	52	$\frac{52}{99} = \frac{8}{15}$ **	$\frac{15}{8}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{1}{2}$	**Hozzávetőleg
8	oktáv (ut)	50	$\frac{50}{100} = \frac{1}{2}$	2			

e) Tehát a kemény hangsor (diatónikus dur-skála) hangközei:

$1\ 1\ \frac{1}{2}\ 1\ 1\ 1\ \frac{1}{2}$ Harmoniumon.

Lágyabb hangzású a hangsor, ha a félhangközöket egy-egy hellyel előbbre helyezzük:

$1\ \frac{1}{2}\ 1\ 1\ 1\ \frac{1}{2}\ 1$ Lágy hangsor (mol-skála).

Éneklés. Harmonium.

Színezett (kromatikus) és mérsékelt (temperált) hangsor. Pentatónika (g, b, c, d, f.).

A harmonikus skála hangjainak kiszámítása (1, 2, 3, stb., ut, ut', sol', ut'', mi'' stb.)

VI. *Tanulságok.* Ne mondja senki, hogy a Cselekvés Iskolája felesleges munkát végez, mikor az egyes tárgyak köréből tanításokat közöl. A fenti témát ugyanis a legtöbb tankönyv pl. ezzel kezdi: „Az egymásután következő zeneileg kellemes hangok sorát hangskálának nevezzük. Ennek hangjai: c, d, e stb., intervallumai $1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}$ stb.” Tehát a tanítás menete tisztán deduktív volna. Ezt az eljárást talán azzal lehetne indokolni, hogy a tanulók csak később fognak a hangszerekről hallani, s addig korai a levegőoszlopokat és húrokat megszólaltatni. Azt hiszem azonban, hogy a cselekvés szellemétől áthatott kartársaim előtt nem kell a fenti eljárás helyességét bizonyítgatnom. Sehol annyira, mint éppen a fizikatanításban, bizonyára nem lehet kétségbe vonni annak az útnak egyedül helyes mivoltát, mely a konkrétumból indul ki. Ezt és a cselekvés iskolájának sok egyéb igazságát bizony elméleti és főként gyakorlati vonatkozásban nem lehet eléggé hirdetni.

A szóbanforgó bemutató-órával kapcsolatban egyébként a munkáltatási technikai lebonyolítására vonatkozó néhány tanulságot is levontunk. Az első órán ugyanis valamivel nagyobb szabadságot adtam a növendékeknek, míg a másodikon (főként a 3-ik pont tárgyalásánál) valamivel több vezényszó hangzott el. Az első alkalommal szembetűnő volt az ú. n. „fegyelem” lazulása és így a termet percekig a szorgos munka, a tanácskozások és vitatkozások zaja töltötte be. A régi rendhez szokott egyik kartársam a szünetben szóvá is tette a katonás fegyelem hiányát. A második órában kísérletképpen megmagyaráztam a fiúknak, hogy most nagyobb rendet fogok tartani s bármennyire el fognak merülni a munkában, egyszerű tapsra, vagy vezényszóra meg kell állaniok, teljes csendnek kell lennie, illetve azt kell tenniök, amit vezényeltem. Az óra végeztével tartott tanácskozáson megoszlottak a vélemények, ki melyik „rendet” tartja célravezetőbbnek, noha kétségtelenül megállapítható volt, hogy a vezényszavak a kezdeményező készségnek és a munkában való elmélyülésnek határozottan rovására estek. Egyhangú volt

* L. Péch Aladár cikkét az Orsz. Középisk. Tanáregyes. Közlönyben, 240. oldal.

azonban annak a sokat hangoztatott ténynek a megállapítása, hogy a munkáltatás sok időbe és fáradságba kerül. Előbbivel kapcsolatban az a tanulság alakult ki, hogy az óra elején a számonkérést és visszatekintést igen rövidre kell szabni, esetenként pedig célszerű lesz a probléma előkészítését már a megelőző órán lebonyolítani és a munkáltató órán csaknem in medias res: munkához látni. Így is elő fog fordulni, hogy a végleges megbeszélés a feljegyzések alapján a következő órára marad. Az idővesztéseket lényegtelen részeknél kell behozni. A fáradtság szempontját elhanyagolható tényezőnek tartjuk. Ugy hiszem, valóban el is hanyagolható.

Egyöntetű volt a jelenvoltak megállapítása és ez az egész testületnek is meggyőződése, hogy „a munkáltató eljárás bevezetése nevelés-tanításnak határozott elényére vált és pedig minden vonatkozásban.”* Hozzátehetjük, hogy a mi viszonyainknak, a mi gondolkodásunknak legjobban megfelelő: „magyar rendszer” kiépítésén még sokat kell munkálkodnunk és ennek a nemzetnevelés legjobb szolgálatában álló eszmének a hirdetésébe valóban nem szabad belefáradnunk.

Befejezésül Claparédet idézzük, akinek súlyos panasza van a pedagógusokra, mert legnagyobbjai közül is nem egy csupán véleményekre alapította tanait, ahelyett, hogy a tényekhez, a tapasztalatokhoz fordultak volna. Fokozott okunk van erre a panaszra napjainkban, amikor annyi hivatott és dilettáns pedagógus hallatja szavát és nyilvánítja „véleményét”. A Cselekvés Iskolája tényekre kíván építeni, ebben van az értéke.

Róder Pál.

Mennyiségtan

Egyszerű grafikonkészítési mód.

Az önmunkásságra nevelésben a mennyiségtan, de különösen a földrajz tanításánál nagy szerepük van a grafikonoknak. Ha célszerűen választjuk meg az ábrázolás módját a grafikon könnyen érthető, megkapó s ezért szerkesztése maradandó, értékes élményt nyújt.

Grafikonok rajzolásánál nem maradhatunk meg minden esetben ugyanannál az ábrázolási módnál, mert ugyanaz a forma nem mindig célravezető s ha az is lenne, a megszokott grafikus típus unalmassá válhatna.

A tanítási órákon a grafikonok szerkesztése feltétlenül időrabló foglalkozás. Ha kész rajzokat adunk, az önmunkásság elve szenved csorbát. Keresni kell tehát a módot, hogyan lehetne